รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ทิศทางการจัดเรียงตัวของอนุภาคเสริมแรงที่ส่งผลต่อการสึกหรอของพอลิเมทิลเมตะไครเลท

Effect of alignment of particles reinforcement on Wear Behavior of Polymethyl Methacrylate

คณะผู้วิจัย

จิระศักดิ์ ธาระจักร์

ธนาพร บุญชู

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปงบประมาณ พ.ศ. 2561

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

หัวข้อวิจัย ทิศทางการจัดเรียงตัวของอนุภาคเสริมแรงที่ส่งผลต่อการสึกหรอของอีพ๊อกซี่

ชื่อผู้วิจัย จิระศักดิ์ ธาระจักร์

ธนาพร บุญชู

หน่วยงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ปีงบประมาณ 2561

บทคัดย่อ

อีพ๊อกซี่เป็นวัสดุหนึ่งที่ใช้ในการทำกาว ซึ่งสามารถเพิ่มความแข็งแรงโดยการเติมสารเสริมแรงต่างๆ ลงไป เช่น เหล็ก อลูมิเนียม หรือ ซิลิกา โดยทั่วไปกาวอีพ๊อกซี่ถูกผสมด้วยเหล็กเมื่อนำไปใช้งานทางด้านโลหะ สมบัติทางกลและการสึกหรอของกาวมีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นสมบัติหนึ่งที่ส่งผลต่ออายุการใช้งาน วัสดุ Fe/Epoxy ที่ขึ้นรูปในสนามแม่เหล็กสามารถกำหนดทิศทางการจัดเรียงตัวของอนุภาคเสริมแรง Fe ใน Epoxy ได้ การจัดเรียงตัวของสารเสริมแรง Fe ส่งผลโดยตรงกับความแข็งและการสึกหรอของวัสดุ ซึ่งพบว่าการจัดเรียงตัวของสารเสริมแรง Fe ช่วยให้ค่าการสึกหรอลดลง

คำสำคัญ: ทิศทางการจัดเรียงตัว,เหล็ก, อีพ๊อกซี่, ความแข็ง, การสึกหรอ

Title: Effect of alignment of particles reinforcement on Wear Behavior of Epoxy

Researcher: Jirasak Tharajak

Thanaporn Boonchoo

Faculty: Faculty of Science and Technology

Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

Year: 2561

Abstract

Epoxy is one type of materials for adhesive. It was improved the strength by adding the filler such as iron, alumina or silica. Generally, the epoxy adhesive was mixed with iron for application in the metal adhesive. The mechanical properties were importance of adhesive. Because, it was one factor for lifetime limit. The iron/epoxy was casted in the magnetic field which was alignment with surface of samples. The alignment of iron particles was induced with magnetic fields. The mechanical properties and wear behavior of samples were investigated hardness and wear test. It was found that the alignment of iron particles in the epoxy were improves hardness and wear.

Keywords: alignment direction, iron, epoxy, hardness, wear

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยต้องขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย ทำให้งานวิจัยสามารถเกิดขึ้นและดำเนินจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการทำงาน

ผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	6
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	8
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	12
บรรณานุกรม	13

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อีพ๊อกซี่ เป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่อยู่ในกลุ่มของ Thermoset ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่มีอัตราการนำมาใช้งานอยู่เป็นจำนวนมาก โดยในการนำไปใช้งานบางส่วนจะส่งผลให้ชิ้นงานที่ผลิตจากอีพ๊อกซี่ เกิดการสึกหรอ เนื่องจากการใช้งานที่ สัมผัสกับวัตถุที่มีความแข็งที่สูงกว่า จึงส่งผลต่ออายุการใช้งานของชิ้นงานที่ต่ำลง ดังนั้นปัจจุบันจึงมีวิธีการป้องกันหรือปรับปรุงสมบัติของอีพ๊อกซี่ เพื่อให้เหมาะสม ทนต่อการสึกหรอและยืดอายุการใช้งานได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ปัจจุบันมีการเพิ่มความต้านทานการสึกหรอโดยการใส่สารเสริมแรง เพื่อเพิ่มความต้านทานการสึกหรอ แต่โดยทั่วไปการใส่สารเสริมแรงจะไม่ได้พิจารณาเรื่องของทิศทางการจัดเรียงตัวของสารเสริมแรง โดยงานวิจัยหรือความรู้ทางด้านนี้มีจำนวนไม่มาก งานวิจัยนี้ จึงได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการสึกหรอของชิ้นงานในเรื่องของทิศทางการจัดเรียงตัวของสารเสริมแรงที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการสึกหรอเพื่อให้ผู้ใช้งานคาดการณ์ เข้าใจ และข้อควรระวัง เมื่อนำไปใช้งานของชิ้นงาน เพื่อการใช้งานที่มีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาอิทธิพลของทิศทางการจัดเรียงตัวของสารเสริมแรงที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการสึกหรอของอีพ๊อกซี่

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. วัสดุที่ใช้คือ อีพ๊อกซี่ (Epoxy resin)
2. การทดสอบการสึกหรอ (abrasive wear test)
3. ศึกษารอยการสึกหรอด้วยกล้องจุลทรรศน์ทางแสง (optical microscope) และ ความแข็ง (Hardness) ด้วยเครื่องวัดความแข็ง (hardness tester)

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าข้องมูลเกี่ยวกับ สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอีพ๊อกซี่ การทดสอบรอยสึกหรอ การเสียรูปของพอลิเมอร์
2. จัดซื้ออีพ๊อกซี่ ผงเหล็กและแม่เหล็กถาวร
3. ทำการขึ้นรูปวัสดุผสมเหล็ก/อีพ๊อกซี่ด้วยกระบวนการหล่อขึ้นรูป
4. วิเคราะห์ผลชิ้นงานวัสดุผสมเหล็ก/อีพ๊อกซี่ ด้วยกล้องจุลทรรศน์
5. ทดสอบการสึกหรอด้วยเครื่อง abrasive wear test

1.5 สมมติฐานงานวิจัยและกรอบแนวความคิด

การจัดเรียงตัวของอนุภาคเสริมแรงจะช่วยให้ความต้านทานการสึกหรอลดน้อยลง เนื่องจากทิศทางการวางตัวของสารเสริมแรงจะช่วยต้านทานการเคลื่อนที่ของคู่สัมผัส และมีการถ่ายแรงภายในชิ้นงานได้ดีกว่าอนุภาคเสริมแรงที่อยู่กันอย่างไม่เป็นระเบียบ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงอิทธิพลของทิศทางการจัดเรียงตัวที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการสึกหรอของอีพ๊อกซี่

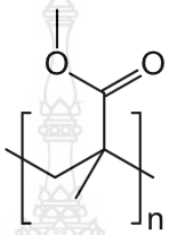
2. เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความเสียหายที่เกิดจากการสึกหรอ เพื่อป้องกันและพัฒนาวัสดุให้มีความต้านทานที่สูงขึ้น และเหมาะกับการใช้งานในอุตสาหกรรมต่างๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พอลิเมทิลเมตะไครเลท(Poly(methyl methacrylate); PMMA)

พอลิเมทิลเมตะไครเลท (Poly(methyl methacrylate); PMMA) หรือ แก้วอะคลิลิก (acrylics glass) เป็นพอลิเมอร์ในกลุ่มของเทอร์โมพลาสติก มีชื่อทางการค้าหลายชื่อ เช่น เพลกซิกลาส (Plexiglas) หรือ ลูไซท์ (lucite) เป็นต้น PMMA มีโครงสร้างทางเคมีแสดงได้ดัง**รูปที่ 1**



รูปที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของ PMMA

PMMA ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1928 และออกสู่ตลาดในปี ค.ศ. 1993 โดยสังเคราะห์ขึ้นจากการทำปฏิกิริยาของเมททิลเมตะไครเลท ปัจจุบัน PMMA เป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่เป็นตัวเลือกในกลุ่มการใช้งานเช่นเดียวกับพอลิคาร์บอเนต (polycarbonate; PC) แต่ไม่มีการปลดปล่อยก๊าซ bisphenol-A ในระหว่างการใช้งานเช่นเดียวกับ PC PMMA มีลักษณะใส แสงส่องผ่านได้ถึง 92% ไม่มีสีทำให้สามารถย้อมสีได้ง่าย มีความแข็งแกร่งและทนทานต่อดินฟ้าอากาศได้ดีกว่าพอลิเมอร์ที่มีความใส เช่น พอลิสไตรีน (Polystyrene; PS) ทนต่อความร้อนดีมาก อย่างไรก็ตาม PMMA ไม่สามารถทนต่อน้ำมัน เบนซิน อาซีโทน คลอโรฟอร์ม สเปร์น้ำหอม และพวกรดออกซิไดซิ่ง ชนิดเข้มข้น และ ไม่ทนต่อการเกิดรอยขูดขีด จากสมบัติเด่นของ PMMA จึงถูกนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้า และส่วนประกอบรถยนต์ เช่น ไฟเลี้ยว ไฟท้าย กระจกรถยนต์ ป้ายโฆษณา เลนส์ หลังคาโปร่งแสง เครื่องสุขภัณฑ์ เครื่องประดับ โคมไฟ เฟอร์นิเจอร์ ถาด และถ้วยบรรจุของเหลวชนิดใส เป็นต้น โดยสมบัติต่างๆ ทั้งทางกลและทางกายภาพแสดงได้ดัง**ตารางที่ 1** และ**ตารางที่ 2**

ตารางที่ 1 สมบัติทางกล (mechanical properties)

Quantity	Value	Unit
Young's modulus	1800 - 3100	MPa
Shear modulus	1700 - 1700	MPa
Tensile strength	48 - 76	MPa
Elongation	2 - 10	%
Fatigue	11 - 12	MPa
Impact strength	0.16 - 0.27	J/cm

ตารางที่ 2 สมบัติทางกายภาพ (physical properties)

Quantity	Value	Unit
Thermal conductivity	0.167 - 0.25	W/m.K
Glass temperature	105 - 105	℃
Service temperature	-40 - 90	℃
Density	1170 - 1200	kg/m^3
Friction coefficient	0.54 - 0.54	
Refraction index	1.492 - 1.492	
Shrinkage	0.3 - 0.8	%
Water absorption	0.3 - 0.4	%

การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

1. Kim และคณะ [3] ได้ทำการศึกษาสมบัติการขูดขีดของ PMMA และ PMMA ที่ผ่านการปรับปรุงด้วยการผสมสารลื่นไถล (slip agent) ซึ่งในงานนี้คือ ซิลิโคน (silicon) ทำการฉีดขึ้นรูป (injection moulding) เพื่อใช้งานในอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิค การทดสอบรอยขูดขีดจะอ้างอิงตาม มาตรฐาน ASTM D7027-05 โดยพิจารณาอิทธิพลของความเร็วและแรงกดที่ให้ในระหว่างทำการทดสอบ ทำศึกษาการเสียรูปและรอยแตกจากการขูดขีดด้วยกล้องจุลทรรศน์ทางแสง และใช้ภาพจากเครื่องสเกน (scanner) ในการวัดความกว้างของรอยขูดขีด จากการศึกษาพบว่า slip agent ช่วยเพิ่มความแข็ง ซึ่ง สัมพันธ์กับค่าความกว้างของรอยขูดขีด นอกจากนี้ยังช่วยลดค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานเนื่องจากการ slip agent ช่วยเพิ่มพลังงานที่ผิวให้กับ PMMA ซึ่งตรวจสอบด้วยค่ามุมสัมผัส (contact angle) ประมาณ สูงสุดของ slip agent ที่ช่วยต้านทานรอยขูดขีด คือ 30 % แต่ไม่สามารถนำมาใช้งานได้ในอุตสาหกรรม อิเล็คทรอนิค เนื่องจากทำให้วัสดุเกิดความขุ่นมัวมากเกินไป เมื่อพิจารณาความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการ ทดสอบรอยขูดขีด พบว่าสมบัติทางด้านการต้านทานหรือลักษณะที่เกิดจากการขูดขีดนี้ ขึ้นอยู่กับสภาวะ การทดสอบ เนื่องจาก PMMA เป็นวัสดุที่มีสมบัติเป็นทั้ง viscoelastic และ viscoplastic

2. Brisco และคณะ [2] ได้ศึกษาผลของจำนวนเมทิลแอลกอฮอล์ (methyl alcohol)

ซึ่งเป็นสารพลาสติไซเซอร์ (plasticizers) ให้กับ PMMA นำไปทดสอบ scratch test โดยใช้หัวกดที่ขนาด ของมุมหัวกดแตกต่างกัน คือ 30 60 90 และ 120 องศา หลังจากนั้นวิเคราะห์พื้นผิวด้วย profilometer และกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope; SEM) พบว่าจากการ

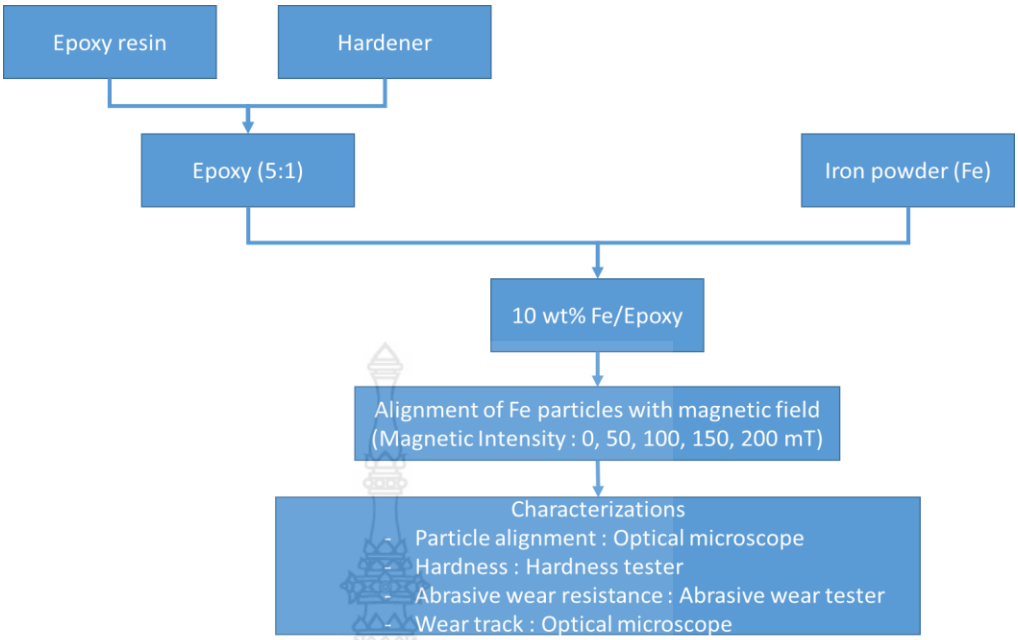
ทดสอบรอยขูดขีดของ PMMA และที่ผ่านกระบวนการ plasticization โดย methanol ขึ้นอยู่กับแรงกด ที่ได้รับ และอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ plasticization PMMA จะส่งผลให้ PMMA มีสมบัติการยืดหยุ่นเพิ่ม สูงขึ้นมากกว่า PMMA ปกติทั่วไป กลไกในการการเสียรูปจากรอยขูดขีดจึงเปลี่ยนจากการเสียรูปแบบ เปราะ (brittle fracture) เป็น ยืดหยุ่นคล้ายยาง (viscoelastic rubber-like)

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

แผนการดำเนินงานโครงการ

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงแผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	2560			2561									
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	มิ.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย - สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของพอลิเมทิลเมตะไครเลท - การทดสอบการสึกหรอ													
2. จัดซื้อพอลิเมทิลเมตะไครเลท													
3. การทดสอบการสึกหรอ													
4. ศึกษารอยการเสียรูปจากรอยขูดขีดด้วยกล้องจุลทรรศน์ทางแสง (optical microscope)													
5. ตรวจสอบความแข็งด้วย เครื่องวัดความแข็ง													
6. วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย													
7. จัดทำรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์													



รูปที่ 3.2 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

Epoxy และ อนุภาคผงเหล็ก (Fe_2O_3)

3.2 การทดสอบความแข็งของชิ้นงาน

การทดสอบความแข็ง เป็นการทดสอบความแข็งด้วยเครื่อง Universal test โดยใช้น้ำหนักกด 0.3 N

3.3 การตรวจสอบการสึกหรอแบบ abrasive

การทดสอบการสึกหรอแบบ abrasive ใช้เครื่องทดสอบ abrasive โดยใช้กระดาษทรายเป็นคู่สัมผัส น้ำหนักกด 1 N ความเร็วในการเคลื่อนที่ของคู่สัมผัส 0.1 m/s ในการทดสอบจะทดสอบทั้งในสภาวะเปียก (wet) และแห้ง (dry)

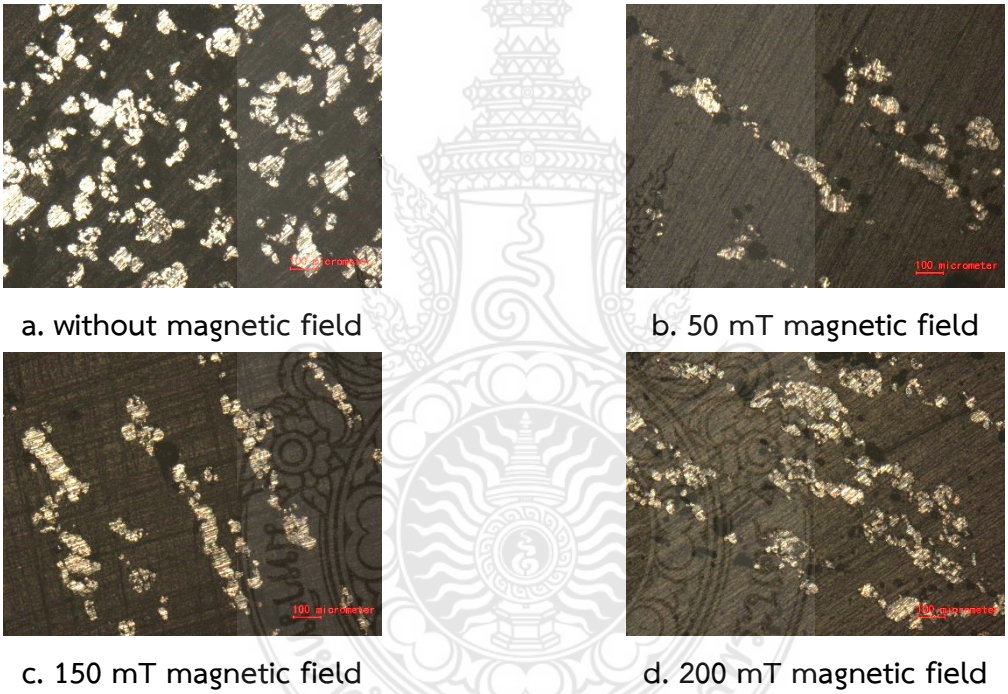
3.4 การตรวจสอบรอยสึกหรอ

กล้อง Optical Microscope

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ทิศทางการจัดเรียงตัวของ Fe ใน Epoxy

Epoxy ถูกเสริมแรงด้วย Fe อนุภาคผงเหล็กในช่วง 20-60 ไมโครเมตร อนุภาคผงเหล็กจะกระจายตัวอยู่ใน epoxy แสดงดัง**รูปที่ 4.1a** เมื่อต้องการจัดเรียงตัวของอนุภาคผง Fe จึงใช้สนามแม่เหล็ก (Magnetic fields) บังคับทิศทางการจัดเรียงตัวของอนุภาคผง Feให้เป็นไปตามทิศทางของสนามแม่เหล็กดัง**รูปที่ 4.1b c และ d** ซึ่งแสดงให้เห็นการจัดเรียงตัวของอนุภาค Fe ที่เพิ่มขึ้นตามความเข้มของสนามแม่เหล็กที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อความเข้มสนามแม่เหล็กสูง 200 mT การจัดเรียงตัวมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเข้มของเส้นสนามแม่เหล็ก ซึ่งมีลักษณะการกระจายตัวเรียงชิดติดกันเช่นเดียวกับอนุภาคผงเหล็กที่ไม่อยู่ในสนามแม่เหล็กดังรูปที่ 4.1d



a. without magnetic field

b. 50 mT magnetic field

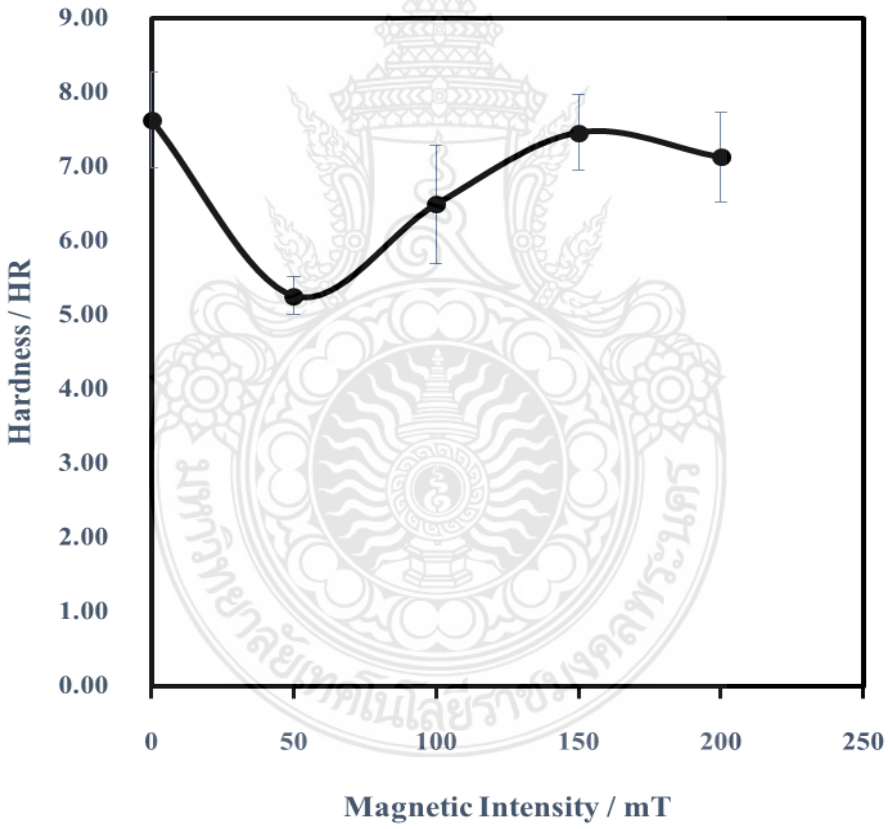
c. 150 mT magnetic field

d. 200 mT magnetic field

รูปที่ 4.1 ทิศทางการจัดเรียงตัวของอนุภาคเสริมแรง Fe ใน Epoxy จากอิทธิพลความเข้มของสนามแม่เหล็ก

4.2 อิทธิพลของการจัดเรียงตัวของ Fe ที่ส่งผลต่อความแข็งของ Epoxy

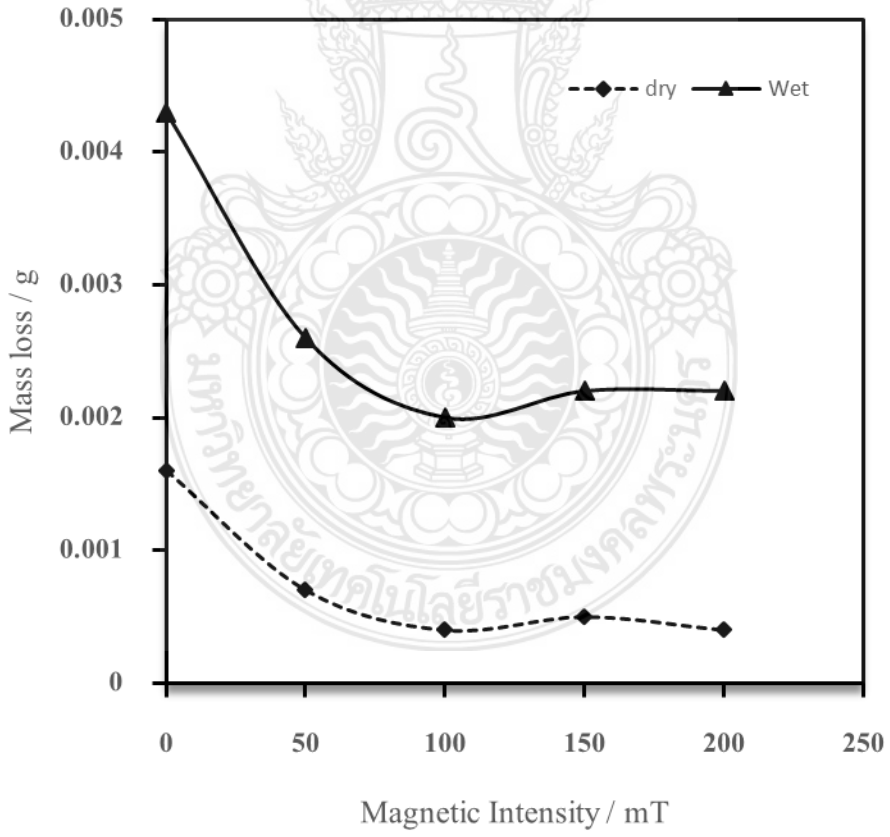
อิทธิพลของการจัดเรียงตัวของ Fe ใน Epoxy ส่งผลต่อความแข็งของ Epoxy แสดงได้ดัง**รูปที่ 4.2** พบว่าความแข็งของ Fe/epoxy ลดลงในช่วงแรกความ เข้มสนามแม่เหล็ก 50-100 mT โดยการจัดเรียงตัวของอนุภาคผงเป็นไปตามความเข้มของเส้นสนามแม่เหล็ก ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กต่ำ 50 mT อนุภาคผง Fe มีการจัดเรียงเป็นเส้นแต่ละเส้นอยู่ห่างกันมากกว่าการกระจายตัวของสารเสริมแรงแบบสุ่มซึ่งไม่มีสนามแม่เหล็กที่เหนี่ยวนำให้เกิดการจัดเรียงตัวของอนุภาคผง ดังนั้นเมื่อมีการรับแรงของชิ้นงาน ความสามารถในการรับและกระจายแรงของอนุภาคเสริมแรงที่มีการกระจายตัวห่างกันจึงมีค่าต่ำกว่า ส่งผลต่อความแข็งของชิ้นงานโดยตรง อย่างไรก็ตามเมื่อเพิ่มความเข้มสนามแม่เหล็กสูงขึ้นที่ 150 ถึง 200 mT การจัดเรียงตัวของอนุภาคเสริมแรงมีลักษณะเป็นเส้นที่เรียงชิดติดกันมากขึ้น ความสามารถในการรับและการกระจายแรงเพิ่มสูงขึ้น ความแข็งของชิ้นงาน Fe/epoxy จึงมีค่าใกล้เคียงกับการจัดเรียงแบบสุ่มเนื่องจากอนุภาค Fe อยู่ใกล้ชิดกันเช่นเดียวกัน



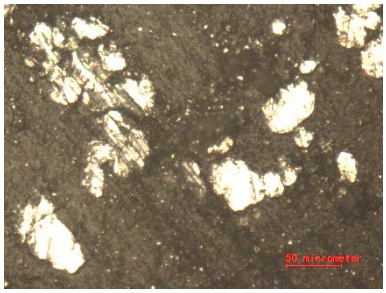
รูปที่ 4.2 ความเข้มสนามแม่เหล็กที่ส่งผลต่อความแข็งของวัสดุเชิงประกอบ Fe/Epoxy

4.3 อิทธิพลของการจัดเรียงตัวต่อพฤติกรรมการสึกหรอ

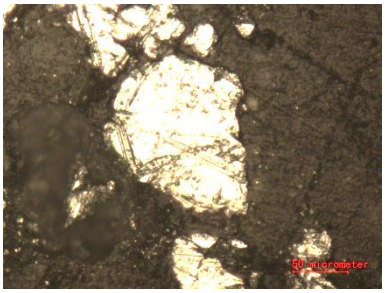
รูปที่ 4.3 แสดงถึงพฤติกรรมการสึกหรอของวัสดุเสริมแรง Fe/Epoxy ที่มีการจัดเรียงตัวของอนุภาคเสริมแรงตามความเข้มของสนามแม่เหล็ก พบว่าเมื่อความเข้มสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้นอัตราการสึกหรอลดลง โดยในช่วงความเข้มสนามแม่เหล็ก 0 ถึง 100 mT อัตราการสึกหรอลดลงอย่างชัดเจน เนื่องจากอนุภาคผง Fe ที่เกิดการจัดเรียงตัวภายในเนื้อวัสดุ Fe/Epoxy สามารถรับแรงและกระจายแรงได้ดี นอกจากนี้ทิศทางการจัดเรียงตัวที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ ช่วยขัดขวางการสูญเสียเนื้อวัสดุเชิงประกอบ Fe/Epoxy ได้ ดัง**รูปที่ 4.4** ขณะที่ความเข้ม 150 ถึง 200 mT ค่าการสึกหรอมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก เนื่องจากระยะห่างระหว่างอนุภาคเสริมแรงมีลักษณะใกล้เคียงกับการจัดเรียงตัวแบบสุ่มของ Fe ในวัสดุ Epoxy เมื่อพิจารณาถึงสภาวะการทดสอบในระบบแห้งและเปียก แนวโน้มการสึกหรอมีลักษณะเช่นเดียวกัน แต่ในสภาวะแบบเปียกส่งผลให้การสึกหรอมีค่าสูงกว่าระบบแห้ง เนื่องจากในระบบแบบเปียก พบว่าเศษการสึกหรอจะถูกน้ำพัดหรือชะล้างออกไปจากหน้าผิวสัมผัสตลอดเวลา ส่งผลให้คู่สัมผัสทำความเสียหายกับผิวสัมผัสตลอดเวลา ในขณะที่ในสภาวะแห้ง เศษการสึกหรอจะติดอยู่บนผิวสัมผัสในขณะเกิดการเสียดสี จึงช่วยลอดการสูญเสียเนื้อวัสดุได้



รูปที่ 4.3 การจัดเรียงตัวของอนุภาคเสริมแรงจากอิทธิพลของสนามแม่เหล็กที่ส่งผลต่อการสึกหรอของ Fe/Epoxy ในสภาวะแห้งและเปียก



a. random of particles reinforcement



b. alignment of particles reinforcement

รูปที่ 4.4 ลักษณะความเสียหายของชิ้นงานที่เกิดการสึกหรอแบบ abrasive

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

โดยวัสดุ Epoxy ถูกเสริมแรงด้วยอนุภาค Fe มีการจัดเรียงตัวแบบสุ่ม เมื่อถูกเหนี่ยวนำด้วยสนามแม่เหล็ก อนุภาค Fe เกิดการจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบในทิศทางของสนามแม่เหล็ก ส่งผลโดยตรงต่อสมบัติของ Epoxy ดังนี้ 1. ความแข็งของวัสดุเชิงประกอบ Fe/Epoxy ขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดเรียงตัวของวัสดุเสริมแรง Fe

2. การจัดเรียงตัวของวัสดุเสริมแรง Fe ส่งผลให้การสึกหรอแบบ abrasive ของวัสดุเชิงประกอบ Fe/Epoxy ลดลง

3. สภาวะการใช้งานด้านการสึกหรอแบบ abrasive ของวัสดุเชิงประกอบ Fe/Epoxy แบบแห้งเหมาะสมมากกว่าแบบเปียกเนื่องจากมีค่าการสึกหรอที่ต่ำกว่า

ข้อเสนอแนะ

1. สามารถศึกษาการสึกหรอในแบบอื่นๆ ได้
2. ลดขนาดของวัสดุเสริมแรง Fe ระดับนาโนเมตร
3. ศึกษาการใช้งานของวัสดุเสริมแรง Fe/Epoxy ในสภาวะใช้งานต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

[1] O.Balkan, H.Demirer, A.Ezdesir, H.Yildirim (2008). Polym.Engin.Sci. 48. p. 732

[2] Briscoe, B.J., Pelillo, E., Ragazzi, F. and Sinha, S.K., Scratch deformation of methanol plasticized poly(methylmethacrylate) surfaces, Polymer, Vol. 39, No. 11, (1998), pp. 2161-2168.

[3] Tadanaga, K., Yamaguchi, N., Uraoka, Y., Matsuda, A., Minami, T., and Tatsumisago, M., Anti-reflective properties of nano-structured alumina thin films on poly(methyl methacrylate) substrates by the sol–gel process with hot water treatment, Thin Solid Films, Vol. 516, (2008), pp. 4526–4529 4. Briscoe, B.J., 1998, “Isolated Contact Stress Deformations of Polymers: The Basis for Interpreting Polymer Tribology”, Tribology International, Vol. 31, Nos. 1-3., pp. 121-126.

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ (ภาษาไทย) นายจิระศักดิ์ ธาระจักร์

ชื่อ (ภาษาอังกฤษ) Mr. Jirasak Tharajak

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

หน่วยงานที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร กลุ่มวิชาฟิสิกส์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร เลขที่ 1381 ถ.พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800 โทรศัพท์ : 0-2913-2424 ต่อ 195 โทรสาร : 0-2913-2424 ต่อ 195 E-mail : jirasak.t@rmutp.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ.	วุฒิการศึกษา	สถานศึกษา	จังหวัด
2559	ปร.ด เทคโนโลยีวัสดุ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	กรุงเทพมหานคร
2549	วศ.ม เทคโนโลยีวัสดุ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	กรุงเทพมหานคร
2544	วทบ.ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	พิษณุโลก

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ การเคลือบผิวและไทรโบโลยี

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1. Palathai, T., Tharajak, J. and Sombatsompop, N, 2005 “A Study of Polymer Coatings on the Metal Substrates by Low Velocity Oxy-Fuel Sprayed Coating” , 2nd Seminar on Thermal Spraying Techniques, June 23 ,
MTEC, Thailand.
2. Palathai T, Tharajak J & Sombatsompop N, “Hardness, Adhesion Index and Microstructure of PEEK Coatings on Al and Fe Substrates by LVOF Flame Spray”, Materials Science and Engineering A, Volume 485, Issues 1-2, 25 June 2008, Pages 66-73
3. Tharajak, J., Palathai, T. and Sombatsompop, N., “Effect of h-BN Content on Tribological Behavior of PEEK Composite Coating”, International Conference on Materials Processing Technology 2011, Phuket, Thailand, 2-3 June, pp.317- 321
4. Tharajak J, Palathai T and Sombatsompop N, “Tribological Properties of Flame Sprayed Hexagonal Boron Nitride/Polyetheretherketone Coatings”, Advanced Materials Research, Vol. 410 (2012) pp. 333-336
5. Tharajak J, Palathai T and Sombatsompop N, “Scratch Resistance and Adhesion Properties of PEEK Coating Filled with h-BN Nanoparticles”, Advanced Materials Research, Vol. 747 (2013) pp. 303-306

2. ชื่อ (ภาษาไทย) นางธนาพร บุญชู

ชื่อ (ภาษาอังกฤษ) Mrs. Thanaporn Boonchoo

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

หน่วยงานที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร กลุ่มวิชาเคมี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร เลขที่ 1381 ถ.พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800 โทรศัพท์ : 0-2913-2424 ต่อ 195 โทรสาร : 0-2913-2424 ต่อ 195 E-mail : Thanaporn.b@rmutp.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ.	วุฒิการศึกษา	สถานศึกษา	จังหวัด
2546	วทม.เคมี	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	กรุงเทพมหานคร
2532	วทบ.เคมี	มหาวิทยาลัย ศิลปากร	นครปฐม

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ เคมีวิเคราะห์ เคมีประยุกต์ และเคมีสิ่งแวดล้อม

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1. Thanaporn Boonchoo, Buncha Pulpoka, Vithaya Ruangpornvisuti. 2004. Protonation and Energetical Investigations of Calix [4]-cyclen-benzocrown-6 and Its Complexes with Zinc and Copper. Bulletin of the Korean Chemical Society 25(6): 819-822.
2. Utarasakul, T., Boonchoo, T. and Thirakhupt, K. 2010. Eco-friendly cleansers: the Prominent Key for Eco-campsite Development in Khao Yai National Park, Thailand. Oral presentation in 2nd World Ecotourism Conference: WEC 2010, July 8-10, 2010, Kuala Lumpur Convention Center, Malaysia.